

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Bescheinigung

Die Deutsche Telekom AG in Bonn/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Halbleiterlaserchip"

am 18. Oktober 1997 beim Deutschen Patentamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patentamt vorläufig die Symbole H 01 S, H 04 B und G 01 K der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 31. Juli 1998

Der Präsident des Deutschen Patentamts

Im Auftrag

Keller

Aktenzeichen: 197 46 204.9

B E S C H R E I B U N G

HALBLEITERLASERCHIP

Die Erfindung betrifft ein Halbleiterlaserchip nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Halbleiterlaser sind grundsätzlich bekannt, wie zum Beispiel aus der hinten angegebenen und diskutierten Veröffentlichung von Dr. Richter, TelekomVision 7/93, hervorgeht.

Der Einsatz eines solchen Lasers ist in der Veröffentlichung von K. H. Park u.a. "Fabrication and transmission experiments of distributed feedback laser modules for 2.5 Gb/s optical transmission systems" erschienen in Optical and Quantum Electronics 27 (1995), 547-552 ausführlich dargestellt. Zur weiteren Kapazitätssteigerung werden zunehmend optische Trägerfrequenztechniken, auch Wellenlängenmultiplexsysteme genannt, eingesetzt. Die Ausgangswellenlänge der in diesen Systemen eingesetzten Halbleiterlaser muß in einem sehr engen Bereich eingestellt und nachgeführt werden können. Als Stellgrößen hierzu dienen die von außen eingestellte Temperatur des Laserträgers und der Pumpstrom des Lasers.

Bei konstantem Pumpstrom führt eine fehlerhafte Bestimmung der Temperatur des Laserchips zu Abweichungen der Ausgangswellenlänge, insbesondere, wenn aus betrieblichen Gründen der Pumpstrom verändert werden muß. Solche Gründe können ungewollt, wie zum Beispiel Alterungseffekte des Lasers oder auch gewollt, wie zum Beispiel Änderungen der Ausgangsleistung des Lasers bei Änderung der Streckendämpfung oder nach einer Netzneukonfiguration in geschalteten Netzen (Routing, Leitungsersatzschaltung) sein.

Während bei Nachrichtenlasern Einwelligkeit und geringe Linienbreite sowie eine schnelle Modulierbarkeit im Vordergrund stehen, ist für Zwecke wie Materialbearbeitung eine hohe Ausgangsleistung des Halbleiterlasers wichtig. Diese Hochleistungslaser sind oft im Vergleich zu Nachrichtenlasern sehr lang (bis zu 2 Millimeter). Unvermeidliche Fertigungsinhomogenitäten entlang der laseraktiven Zone führen zu lokalen Temperaturspitzen, besonders im Betrieb mit höchsten Ausgangsleistungen. Diese inhomogene Temperaturverteilung führt zu einer Abnahme der Ausgangsleistung und im Extremfall zur irreversiblen Degradation des Lasers.

Die Temperatur eines Lasers wird bisher nur an einer Stelle gemessen, nämlich an seinem als Wärmesenke dienenden Laserträger. Fehler bei der Temperaturmessung können entstehen durch den Wärmeübergangswiderstand zwischen Laserchip und Wärmesenke sowie durch die endliche Wärmeleitfähigkeit des Laserchipmaterials, hinzu kommen weitere Wärmequellen durch Bahnwiderstände im Pfad des Pumpstromes. Neben diesen stationären Meßfehlern der Temperatur ergeben sich auch große Zeitkonstanten, die eine Temperaturregelung nachteilig beeinflussen. Bei Hochleistungslasern werden bisher Inhomogenitäten des Temperaturverlaufs überhaupt nicht erfaßt. In der DE 19 546 443 und in der EP 0 779 526 ist eine optische und/oder elektrooptische Verbindung und ein Verfahren zur Herstellung einer solchen für zwei optische und/oder elektrooptische Komponenten bekanntgeworden. Insbesondere in Fig. 7 dieser Schrift ist die Befestigung eines Pumpstromzuführungsdrahtes in einem Halbleiterlaser gezeigt und in der zugehörigen Beschreibung offenbart. Außerdem ist beschrieben, wie ein Loch mit Laserschweißlicht in ein Laserchip gebohrt werden kann.

Weitere Laserchips bzw. Halbleiterlasermodule sind grundsätzlich in der DE 42 32 326 und in der DE 42 32 327 beschrieben.

Wie bereits ausgeführt wurde, wird üblicherweise die Temperatur eines Lasers nur an einer Stelle gemessen, nämlich an seinem als Wärmesenke dienenden Laserträger.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung eines Temperaturfühlers oder mehrerer Temperaturfühler, die eine genauere und/oder lokal aufgelöste Messung der Betriebstemperatur ermöglicht bzw. ermöglichen, zu schaffen, wobei auch ein Temperaturfeinabgleich mit hoher Temperatureinstellungsgenauigkeit und/oder -ortsselektivität realisierbar sein soll.

Die erfindungsgemäße Lösung ist im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 charakterisiert.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung bzw. Lösungsmerkmale sind in den Patentansprüchen 2 bis 15 charakterisiert.

Dadurch, daß ein oder mehrere Temperaturfühler mittels Schweißens mit Nd-YAG-Laserlicht oder Licht mit ähnlichen Eigenschaften direkt auf dem Laserchip und in inniger Verbindung mit demselben befestigt wird oder werden, wird eine sehr hohe Genauigkeit erreicht, die bisher nicht möglich war. Der Temperaturfeinabgleich wird vorteilhafterweise mittels Peltierelementen durchgeführt, wobei die Komponenten der Peltierelemente mittels Nd-YAG-Laserlicht-Schweißens direkt auf dem Laserchip aufgebracht werden. Erfindungsgemäß wird die Wellenlänge des Laserchips gemessen und wenn es erforderlich ist, wird die Wellenlänge des Laserchips auch eingestellt, wobei die Nachrichtenlaser einen Meßpunkt pro laseraktiver Zone und die

Hochleistungslaser mehrere Meßpunkte pro Laserchip entlang der laseraktiven Zone aufweisen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den Zeichnungen. In der Beschreibung, in den Patentansprüchen, in der Zusammenfassung und in den Figuren werden die in der hinten anhängenden Liste der Bezugszeichen verwendeten Begriffe und Bezugszeichen verwendet.

Die Erfindung wird nun anhand von Ausführungsbeispielen näher erklärt. In der Zeichnung bedeuten:

- Fig. 1 einen Halbleiterlaserchip nach dem Stand der Technik;
- Fig. 2 eine Anordnung und Aufbringung eines bekannten Fühlers auf dem Laserchip;
- Fig. 3 einen in Glas eingekapselten Fühler;
- Fig. 4 ein Halbleiterlaserchip mit gebohrtem Loch mittels Laserschweißlicht;
- Fig. 5a eine Anordnung mit Bahnwiderstand als Fühler;
- Fig. 5b eine Anordnung mit symmetrischem Fühler;
- Fig. 6 eine Darstellung des Bahnwiderstandes parallel zum Pumpstrompfad;
- Fig. 7 eine Anordnung zur Messung der Temperatur von Einzellasern mit Bahnwiderstandsfühlern;

- Fig. 8 eine Anordnung zur Messung der Temperaturinhomogenität mit Bahnwiderstandsfühlern;
- Fig. 9 ein auf einem Laserchip aufgebrachtes Thermoelement;
- Fig. 10 ein Thermoelement mit nur einem zusätzlichen Draht,
- Fig. 11 eine Anordnung zur Temperaturregelung mit Thermo- und Peltierelement,
- Fig. 12 eine Anordnung kaskadierter Thermoelemente auf einem Laserchip und
- Fig. 13 eine Anordnung zur ortsselektiven Temperaturregelung.

Die Fig. 1 zeigt den Aufbau eines bekannten Laserchips wie er zum Beispiel in dem Aufsatz "Chips mit Zukunftspotential", Zwischenbilanz des Telekom Forschungsprojektes OEIC von Dr. Hartwig Richter in TelekomVision 7/93, Seiten 41 bis 47 beschrieben ist. Die Temperatur eines Lasers wurde bisher nur an einer Stelle, nämlich an seinem als Wärmesenke dienenden Laserträger gemessen. Dabei ist an der Wärmesenke 6 ein Temperaturfühler 1 mit seinen Zuführungsdrähten 2 und 3 angebracht. Der Halbleiterlaserchip 4, auch kurz Laserchip genannt, mit seiner laseraktiven Zone 5 erhält seinen Pumpstrom über die Drähte 7 und 8 für die Zuführung des Pumpstromes. Wie bereits weiter vorne beschrieben, hat eine derartige Anordnung folgende Nachteile: Die Differenz zwischen der Temperatur des Halbleiterlaserchips 4, die für die Ausgangswellenlänge des Lasers bestimmend ist, und der von außen eingestellten Temperatur der Wärmesenke 6, wird

nicht erfaßt. Die Ursachen für die Temperaturdifferenz sind die Wärmeübergangswiderstände zwischen Laserchip 4 und -träger bzw. Wärmesenke 6 sowie die endliche Wärmeleitfähigkeit des Laserchipmaterials. Außerdem kommen weitere Wärmequellen durch Bahnwiderstände im Pumpstrompfad hinzu. Daraus ergeben sich neben den stationären Meßfehlern der Temperatur auch noch große Zeitkonstanten, die eine Temperaturregelung nachteilig beeinflussen.

In Fig. 2 ist dargestellt, wie ein schon bekannter Temperaturfühler 1 mittels Schweißens mit Laserlicht auf dem Laserchip 4 aufgebracht werden kann. Der übrige Aufbau der Anordnung nach Fig. 2 entspricht dem der Fig. 1. Die bei dieser Schweißmethode gebildeten Schmelzpunkte 10 befestigen den Temperaturfühler 1 auf dem Laserchip 4, wie in Fig. 3 dargestellt. Nach den jeweiligen Erfordernissen kann es nötig und/oder auch vorteilhaft sein, den Temperaturfühler 1 vor dem Aufbringen auf dem Laserchip 4 in ein wärmeleitendes, gut schweißbares Material 9, zum Beispiel Glas, einzukapseln, wie in Fig. 3 gezeigt ist. Der übrige Aufbau entspricht wieder dem bereits vorher beschriebenen, jedoch ist die Wärmesenke 6 des Halbleiterlasers 4 nicht dargestellt, da hier lediglich die Anordnung eines eingekapselten Temperaturfühlers 1 gezeigt werden soll.

In Fig. 4 ist ein solcher Temperaturfühler 1 in einem vorgebohrtem Loch zu sehen, hier ist wieder der Laserchip 4 mit dem Draht 8 für die Pumpstromzuführung sowie die Drähte 2 und 3 für die Meßstromzuführung an den Temperaturfühler 1 dargestellt. Außerdem sind die Drähte 2 und 3 zur Meßstromzuführung an den Temperaturfühler 1 dargestellt.

Zur Erzeugung des Loches für den Temperaturfühler 1 im Laserchip 4 kann ebenfalls Laserlichtstrahlung verwendet werden, wie es in der DE 19 546 443 beschrieben ist.

Es soll hier bemerkt werden, daß die beschriebene Art und Weise der Anordnung eines oder mehrerer Temperaturfühler sowie der Temperaturfeinabgleich mit hoher Temperatureinstellungsgenauigkeit und/oder Temperaturortsselektivität auch für Laserchips aus thermisch isotropen Material ohne weiteres anwendbar sind.

Durch die Anordnungen gemäß der Figuren 5a, 5b und 6 ist es möglich, die Temperaturabhängigkeit des Bahnwiderstands 11 selbst zu messen. Der Widerstand ergibt sich zwischen den beiden Schmelzpunkten 10, an denen die beiden Drähte 2 und 3 für die Meßstromzuführung mittels Schweißens oder nach einem anderen Verfahren, zum Beispiel Bonden angebracht sind. Außerdem sind die Zuführungsdrähte 2 und 3 für den Meßstrom und der Zuführungsdraht 8 für den Pumpstrom dargestellt.

In Fig. 5b ist eine Anordnung mit symmetrischem Fühler gezeigt, wobei der Einzellaser 5 symmetrisch zwischen den Schmelzpunkten 10 im Laserchip 4 angeordnet ist. Der Bahnwiderstand 11 liegt hier wieder zwischen den beiden Meßpunkten 10.

In Fig. 6 ist dargestellt, daß der Bahnwiderstand 11 parallel zum Pumpstrompfad angeordnet ist, wobei hier wieder die Wärmesenke 6 mit dem Laserchip 4 mittels beim Schweißen gebildeter Schmelzpunkte 18 verbunden ist. Die Wärmesenke 6 ist mit einem Draht 7 zur Zuführung des Pumpstromes verbunden und der Einzellaser 5 ist ebenfalls mit einem Draht 8 zur Zuführung des Pumpstromes verbunden. Der Draht 3 ist mit dem Schmelzpunkt 10 verbunden, um den erforderlichen Meßstrom zuführen zu können.

Der zweite Schmelzpunkt 10 für den Draht 2 entfällt hier, statt dessen kann der Draht 7 oder der Draht 8 mitbenutzt werden.

In Fig. 7 ist das Messen der Temperatur von Einzellasern 5 mit Bahnwiderstandsfühlern gezeigt. Die einzelnen Bahnwiderstände 11 liegen zwischen den Schmelzpunkten 10 der Einzellaser 5, die sich auf oder in einem Laserchip 4 befinden. Dadurch ist aufgezeigt worden, daß bei der Anordnung von mehreren Einzellasern 5 auf einem Laserchip 4 die Temperatur jedes Einzellasers 5 gemessen werden kann. Dadurch ist es während des Betriebes möglich, die Ausgangswellenlängen dieser Einzellaser 5 über deren Pumpströme einzustellen, ohne explizit ihre Wellenlänge zu messen.

Eine ähnliche Technik (Fig. 8) ermöglicht bei Hochleistungslasern die Messung der Temperaturverteilung entlang einer laseraktiven Zone eines Einzellasers 5 auf oder in dem Laserchip 4.

Besondere Vorteile ergeben sich, wenn der Temperaturfühler 1 ein Thermoelement ist. Dann kann nicht nur ein vorher gefertigtes Thermoelement mittels Laserlicht-Schweißens direkt auf dem Meßobjekt im engen thermischen Kontakt mit demselben befestigt werden wie bereits beschrieben, sondern es ist möglich, in einem Arbeitsschritt die beiden für das Thermoelement notwendigen Einzeldrähte mittels Laserlicht-Schweißens zu einem Thermoelement zu verbinden und auf dem Meßobjekt zu befestigen.

Wie aus der Anordnung eines Thermoelements auf einem Laserchip 4 aus Fig. 9 hervorgeht, hat jetzt jedes Thermoelement, hier gezeigt als Meßpunkt 12, je einen Meßzuführungsdraht 2 und einen Meßzuführungsdraht 3 aus unterschiedlichem Material.

Besonders vorteilhaft ist, vor dem Zusammenführen der Drähte 2 und 3 auf dem Laserchip 4 eine Kontaktfläche 21 auf dem Halbleiterlaser 4 aufzudampfen oder sonst geeignet

anzubringen, wobei diese Fläche 21 entweder aus dem Material des Drahtes 2 oder dem Material des Drahtes 3 besteht (Fig. 9).

Die zweite Zusammenführung der Drähte 2 und 3 bildet ein zweites Thermoelement 13. Im Punkt 14 kann dann eine von der Temperaturdifferenz zwischen den Punkten 12 und 13 abhängige Spannung abgegriffen werden, dabei muß das Meßinstrument am Punkt 14 von Drähten gleichen Materials eingeschlossen sein. Selbstverständlich können die Drähte 2 und 3 auch teilweise oder vollständig als fest mit einem Chip (z.B. dem Laserchip 4) verbundene Leiterbahnen ausgeführt werden. Dabei kann der Temperatur-Referenzpunkt 13 auf dem Chip 4 selbst, auf der Wärmesenke 6 des Halbleiterlasers 4 oder sogar auf dem die Gesamtanordnung entsprechend Fig. 1 umgebenden Gehäuse sein.

In Fig. 10 ist eine Ausführung dargestellt, die mit nur einem zusätzlichen Draht 3 auskommt, in dem der sonst erforderliche Draht 2 der Pumpstromzuführungsdraht 8 ist, zum Beispiel in Gold oder Kupfer ausgeführt. Der andere Draht 3 für das Thermoelement 12 besteht zum Beispiel aus Konstantan.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn ein Thermoelement nach Fig. 11 umgekehrt als Peltierelement mit einer Stromquelle 17 eingesetzt wird. Ähnlich wie in der Meßanordnung nach Bild 9 bestehen auch hier die Drähte 19 und 20 zwischen den Punkten 15 und 16 aus verschiedenen Materialien. Je nach Richtung des Stromes der Quelle 17 kann dann Wärme vom Punkt 15 zum Punkt 16 (Hauptanwendungsfall: der Halbleiterlaser 4 wird entwärmt) oder vom Punkt 16 zum Punkt 15 (der Halbleiterlaser 4 wird zusätzlich aufgeheizt) transportiert werden.

Die Herstellung des aus den Drähten 19 und 20 zwischen den Punkten 15 und 16 gebildeten Peltierelementes erfolgt mit derselben Technologie wie das in Fig. 9 beschriebene Thermoelementpaar 2,3,12,13.

Mit einem als Temperaturfühler eingesetztem Thermoelementpaar entsprechen Fig. 9 und einem als Temperaturregler betriebenen Peltierelement 15, 16, 19, 20 kann eine Feinregelung der Temperatur des Punktes 15 durchgeführt werden. Zur Verringerung von Regelfehlern sollte der Punkt 15 nah am Punkt 12 sein. Ein nicht gezeigter Regler steuert dann die Stromquelle 17 als Funktion der Meßspannung 14 des Thermoelementpaares 12 und 13, wobei der Meßpunkt 13 ein externer Referenzpunkt ist. Bei dieser Regelung ist es vorteilhaft, wenn der Referenzpunkt 13 und der Wärmereferenzpunkt 16 (im Hauptanwendungsfall Wärmesenke) des Peltierelementes die gleiche Temperatur haben. Dieser Bezugsort 13 bzw. 16 kann ein Punkt außerhalb des Lasergehäuses sein (Messung gegen Umgebungstemperatur). Es ist aber auch möglich, den Bezugsort auf der Wärmesenke 6 des Halbleiterlasers 4 anzubringen (Messung der Differenztemperatur zur Wärmesenke 6 des Halbleiterlasers 4, gegebenenfalls mit Entwärmung ebenfalls zur Wärmesenke 6 des Halbleiterlasers 4).

Ist der Halbleiterlaser 4 ein Nachrichtenlaser, kann so seine Ausgangswellenlänge sehr fein abgestimmt werden.

Für sehr lange Laser 4 (zum Beispiel Hochleistungslaser) ist es - wie in Fig. 12 dargestellt - auch möglich, sowohl die Thermoelementpaare 12 und 13 als auch die Peltierelemente 15 und 16 zu kaskadieren, um so eine homogenere Entwärmung zu erreichen.

In Fig. 13 ist gezeigt, wie insbesondere bei Hochleistungslasern die ausgangsleistungsbegrenzenden

Temperaturinhomogenitäten, insbesondere entlang der laseraktiven Zone 5, verringert werden können. Jede Meßspannung 14 des zugehörigen Meßpunktes 12 erzeugt in einem eigenen Regler einen eigenen Stellstrom 17 zur Entwärmung des zugehörigen Entwärmungspunktes 15. Die Dimensionierung der Regler ist besonders einfach, wenn alle Bezugspunkte 13 und alle Wärmereferenzpunkte 16 die gleiche Temperatur haben.

Mit dieser ortsselektiven Temperaturregelung ist es z. B. möglich, besonders heiße Punkte stärker zu entwärmen als weniger heiße und so einen gleichmäßigen Temperaturverlauf entlang der laseraktiven Zone 5 des Laserchips 4 zu erreichen.

Weitere Ausgestaltungen, bzw. Anordnungen, die sich je nach Erfordernis aus dem jeweiligen Laserchip und dessen Einsatzgebiet ergeben, sind ohne weiteres in der hier angegebenen Technik möglich.

Liste der Bezugszeichen

1	Temperaturfühler
2,3	Drähte (zur Meßstromzuführung)
4	Laserchip oder Halbleiterlaserchip
5	Einzellaser
6	Wärmesenke bzw. Laserträger
7,8	Drähte (für Pumpstromzuführung)
9	schweißbares Material (Glas)
10	Meßpunkte oder Schmelzpunkte
11	Bahnwiderstände
12	Meßpunkt oder Thermoelement
13	Thermoelemente (Referenzpunkte)
14	Meßspannung
15,16	Peltierelement
17	Stromquelle (für Temperaturänderungsstrom)
18	Schmelzpunkte
19,20	Drähte (zur Stellstromzuführung)
21	Kontaktfläche

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Halbleiterlaser mit einer Anordnung zur Messung der Betriebstemperatur, dadurch gekennzeichnet,

daß mindestens ein Temperatursfühler (1) direkt auf dem Halbleiterlaserchip (4) befestigt bzw. integriert ist.
2. Halbleiterlaser nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, dadurch gekennzeichnet,

daß mindestens ein Temperatursfühler (1) mittels Schweißens direkt auf dem bzw. im Halbleiterlaserchip (4) befestigt ist, wobei die zum Schweißen erforderliche Energie aus einer Lichtquelle, insbesondere einer Nd-Glas-Quelle oder einer NdYAG-Quelle oder einer Quelle mit ähnlicher räumlicher und ähnlicher spektraler Verteilung, kommt.
3. Halbleiterlaser nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 oder nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

daß der Temperatursfühler (1) vor dem eigentlichen Schweißvorgang in ein elektrisch hochisolierendes Glas eingeschmolzen wird.
4. Halbleiterlaser nach einem der Patentansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

daß der Temperatursfühler (1) in einem in den Laserchip (4) angebrachten, insbesondere mittels Lichtschweißens eingebrannten Loch, angeordnet und befestigt ist.
5. Halbleiterlaser nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,

daß der Laserchip (4) selbst als Temperaturfühler (1) ausgebildet ist, in dem zusätzliche Drähte (zum Beispiel 2 und 3) zur elektrischen Widerstandsmessung durch den Halbleiterlaserchip (4) (Bahnwiderstand 11; Fig. 5a,b) auf demselben angebracht sind.

6. Halbleiterlaser nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet,

daß nur ein zusätzlicher Draht (3) auf dem Halbleiterlaserchip (4) angebracht ist, der zusammen mit einem Pumpstromzuführungsdraht (8) als zweite Fühlerzuleitung zur elektrischen Widerstandsmessung dient.

7. Halbleiterlaser nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

daß der/die Temperaturfühler (1) als Thermoelement ausgeführt sind.

8. Halbleiterlaser nach einem der Patentansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,

daß der Temperaturfühler (1) als Thermoelement aus zwei Drähten ausgebildet ist, die mittels Laserlicht-Schweißens zusammengeführt und in demselben Arbeitsschritt auf dem Halbleiterlaserchip (4) befestigt werden.

9. Halbleiterlaser nach Patentanspruch 8, dadurch gekennzeichnet,

daß vor dem Zusammenführen der beiden Drähte eine Kontaktfläche aus dem Material des einen oder des

anderen Drahtes auf dem Halbleiterlaser aufgebracht wird.

10. Halbleiterlaser nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, dadurch gekennzeichnet,

daß zur Messung der Betriebstemperatur eines Halbleiterlaserarrays die Temperatur der Einzellaser (5) gemessen wird und

daß ihre Ausgangswellenlängen über ihre Pumpströme abgeglichen werden.

11. Halbleiterlaser nach einem der Patentansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet,

daß zur ortsselektiven Temperatureinstellung die auf dem Halbleiterlaserchip angeordneten Thermoelemente im Umkehrbetrieb als Peltierelemente mit Stromquelle betrieben werden.

12. Halbleiterlaser nach Patentanspruch 11, dadurch gekennzeichnet,

daß die Wellenlänge des Halbleiterlaserchips (4) gemessen und gegebenenfalls auch die Wellenlänge des Laserchips eingestellt wird, wobei Nachrichtenlaser einen Meßpunkt pro laseraktiver Zone und Hochleistungslaser mehrere Meßpunkte pro Laserchip entlang der laseraktiven Zone aufweisen.

13. Halbleiterlaser nach Patentanspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet,

daß die Thermoelemente und/oder Peltierelemente in Kaskade betrieben und angeordnet sind.

14. Halbleiterlaser nach einem der Patentansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet,

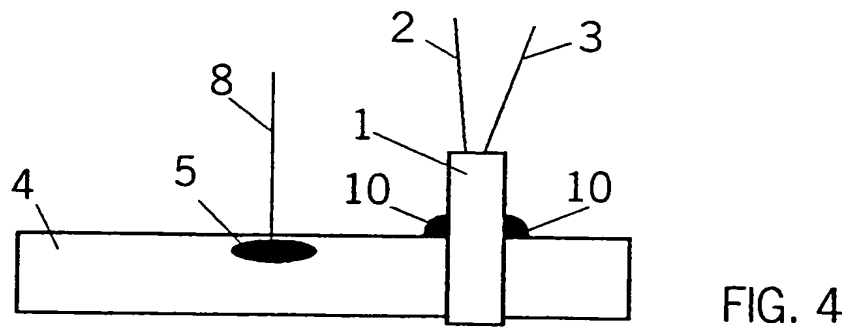
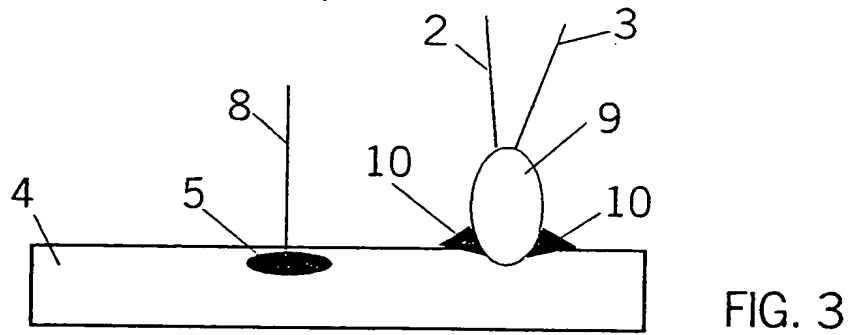
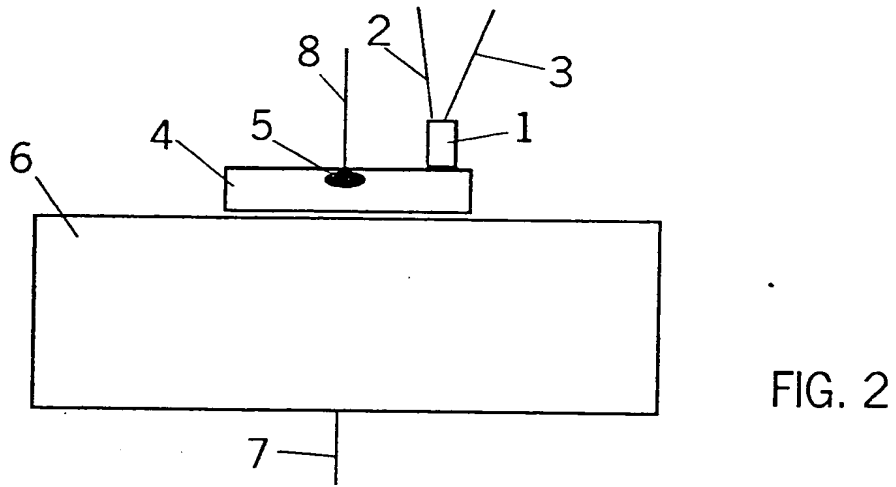
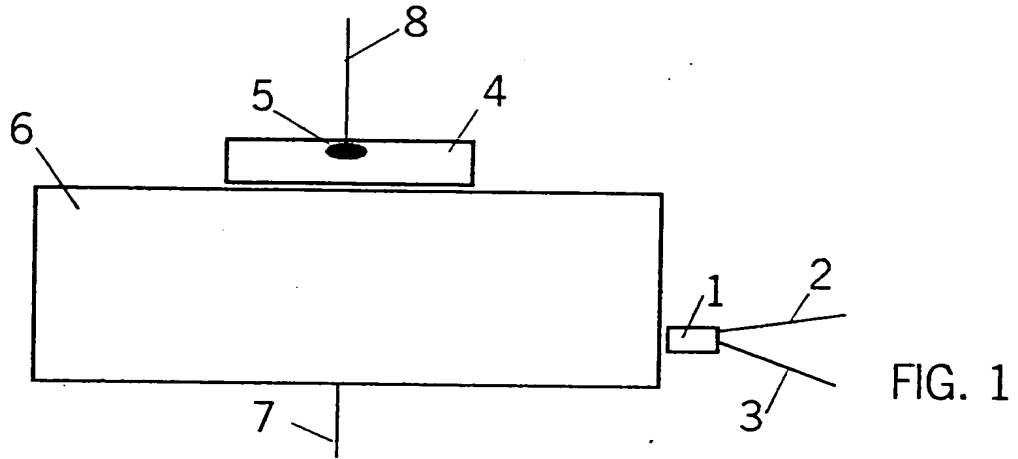
daß die gemessene Temperatur in einem Regelkreis mit Steller (15) zur Einstellung der Temperatur verwendet wird.

15. Halbleiterlaser nach einem der Patentansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet,

daß mehrere Temperaturfühler und Temperaturregler mit je einem eignen Temperaturregler auf dem Halbleiterlaser angeordnet sind.

Z U S A M M E N F A S S U N G

Es werden Halbleiterlaser, insbesondere in Chiptechnik mit Temperaturfühler(n) und -steller(n) (1 bzw. 15) angegeben. Es wird die direkte Anordnung eines oder mehrerer Temperaturfühler (1) auf bzw. in dem Laserchip (4) angegeben, die eine genaue und/oder lokal aufgelöste Messung der Betriebstemperatur des Lasers ermöglicht bzw. ermöglichen. Darüberhinaus erfolgt ein Temperaturfeinabgleich mit hoher Temperatureinstellungsgenauigkeit und/oder Temperaturortsselektivität. Dies wird insbesondere dadurch erreicht, daß ein oder mehrere Temperaturfühler (1) mittels Schweißens, insbesondere mit Nd-YAG-Laserlicht oder Licht mit ähnlichen Eigenschaften direkt auf dem Laserchip (4) bzw. in einem Loch des Laserchips angebracht und befestigt wird bzw. werden. Der Temperaturfeinausgleich wird zum Beispiel mittels Peltierelemente durchgeführt, wobei die Komponenten der Peltierelemente mittels Nd-YAG-Laserlicht-Schweißens direkt auf dem Laserchip (4) aufgebracht werden. Außerdem wird die Messung der Temperatur von Einzellasern (5) über die Messung der Temperaturabhängigkeit der Bahnwiderstände (11) durchgeführt. Eine kaskadierte Anordnung von Thermo- und Peltierelementen auf einem Laserchip ist ebenfalls angegeben.



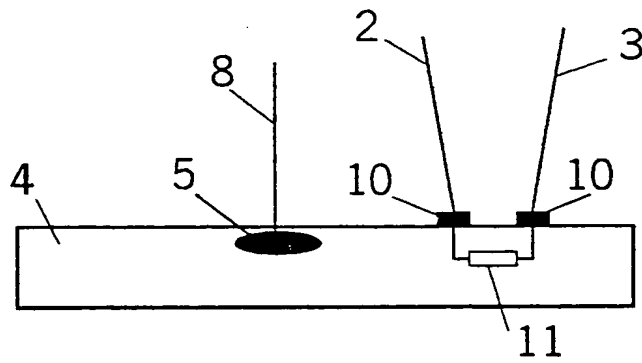


FIG. 5A

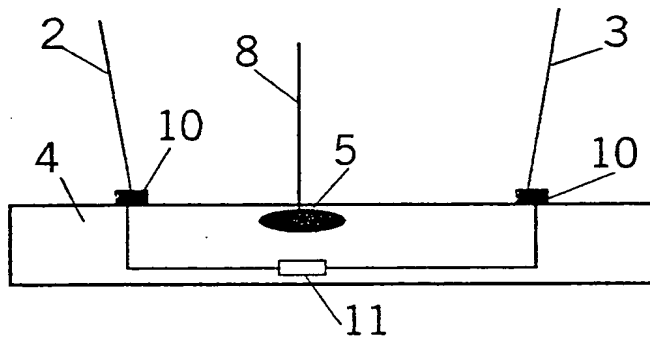


FIG. 5B

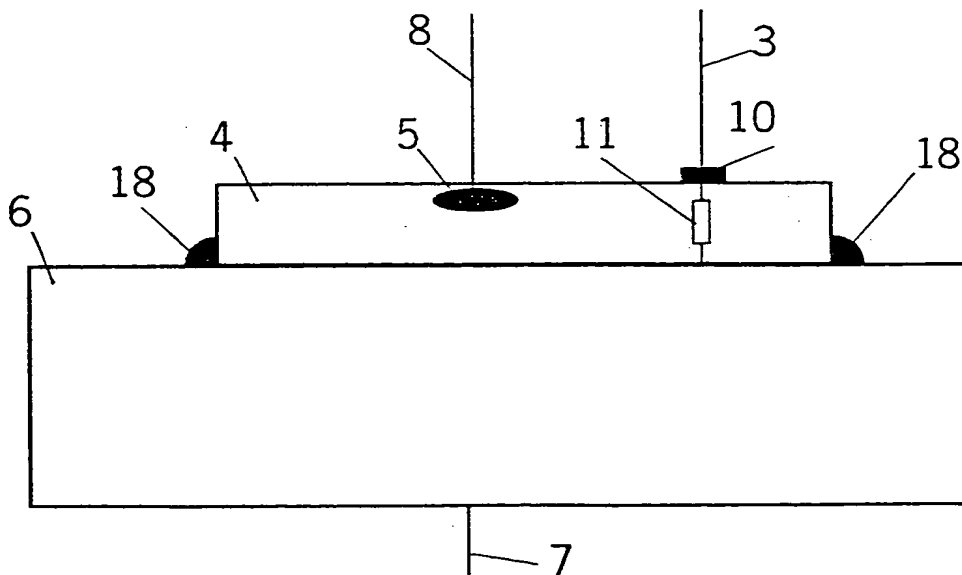


FIG. 6

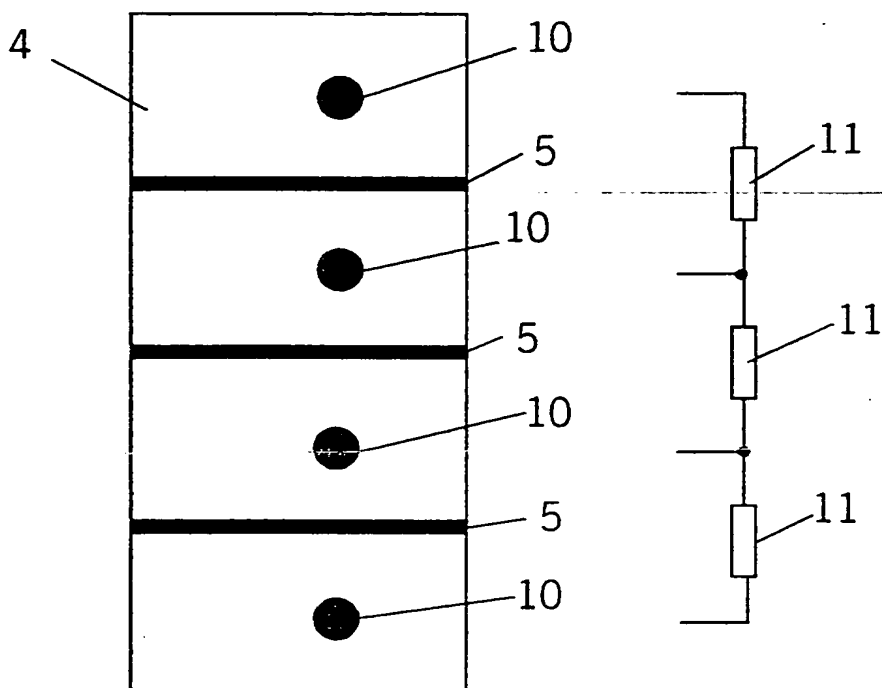


FIG. 7

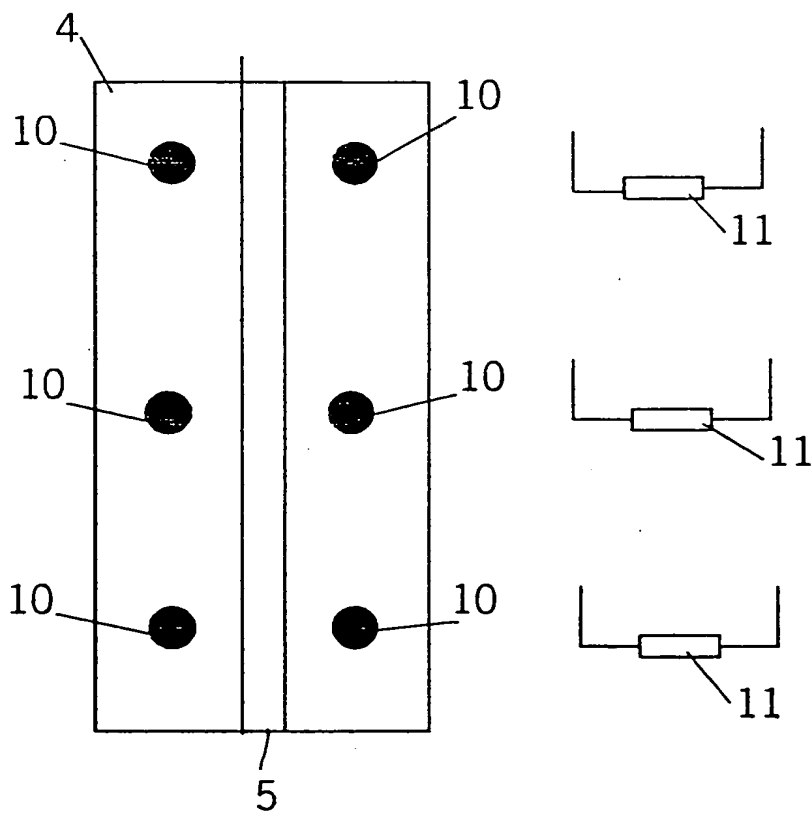


FIG. 8

4 / 7

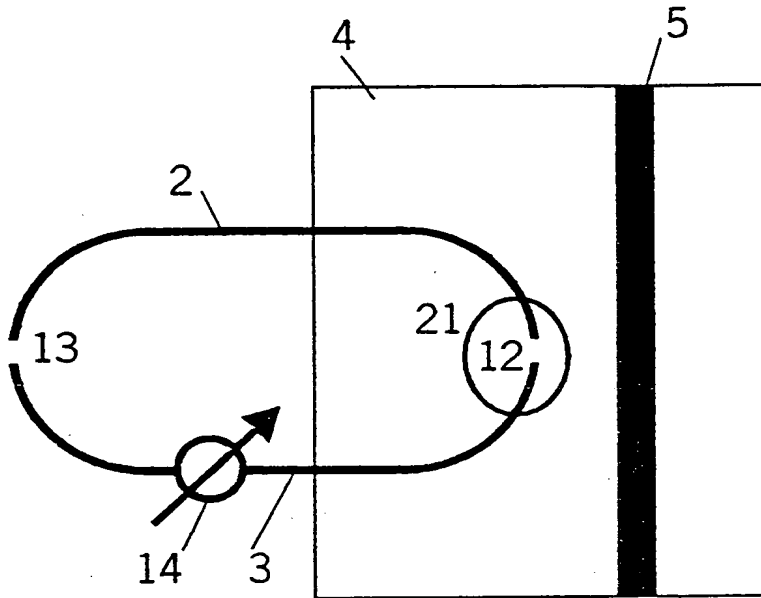


FIG. 9

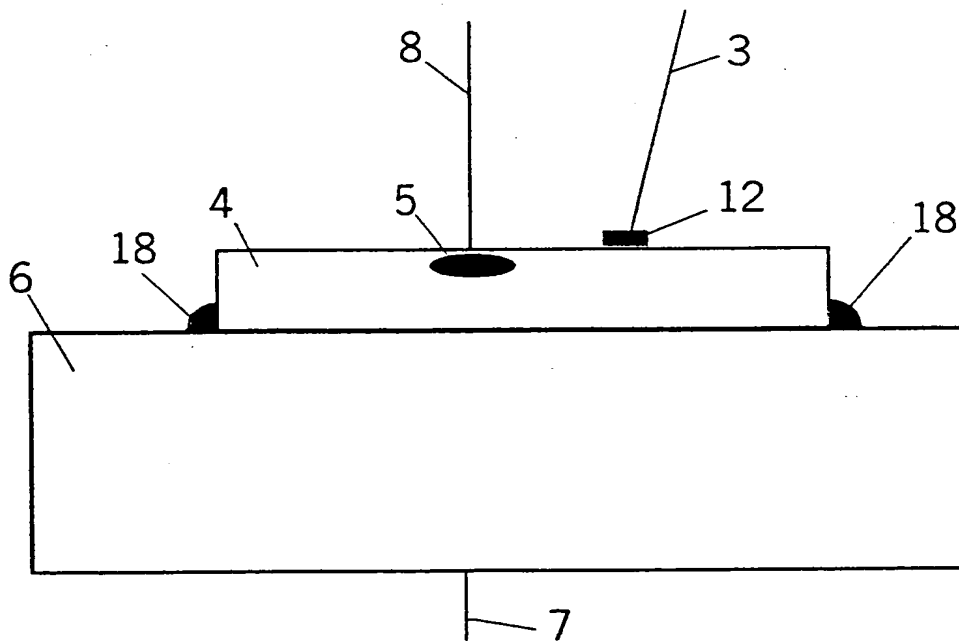


FIG. 10

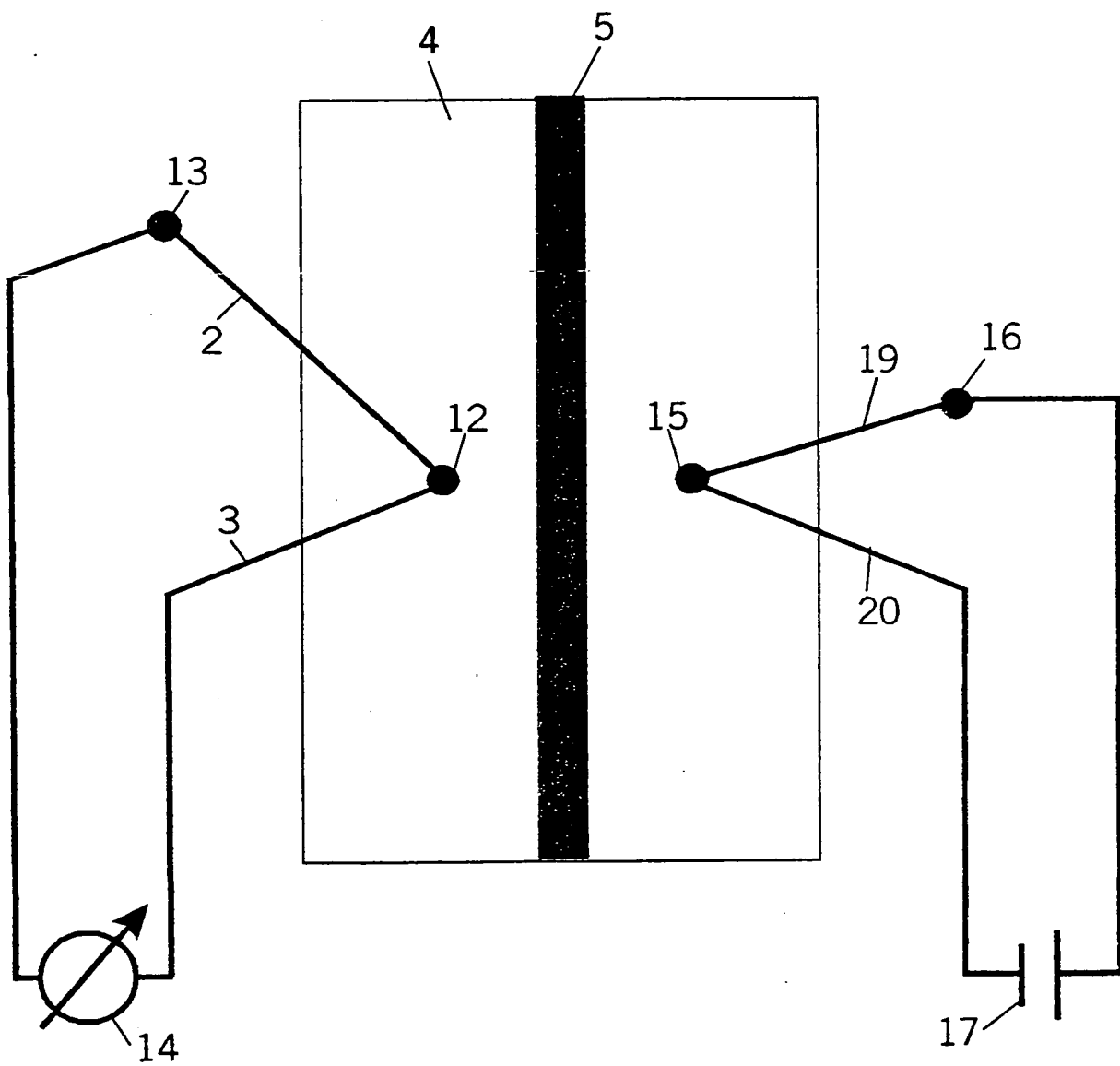


FIG. 11

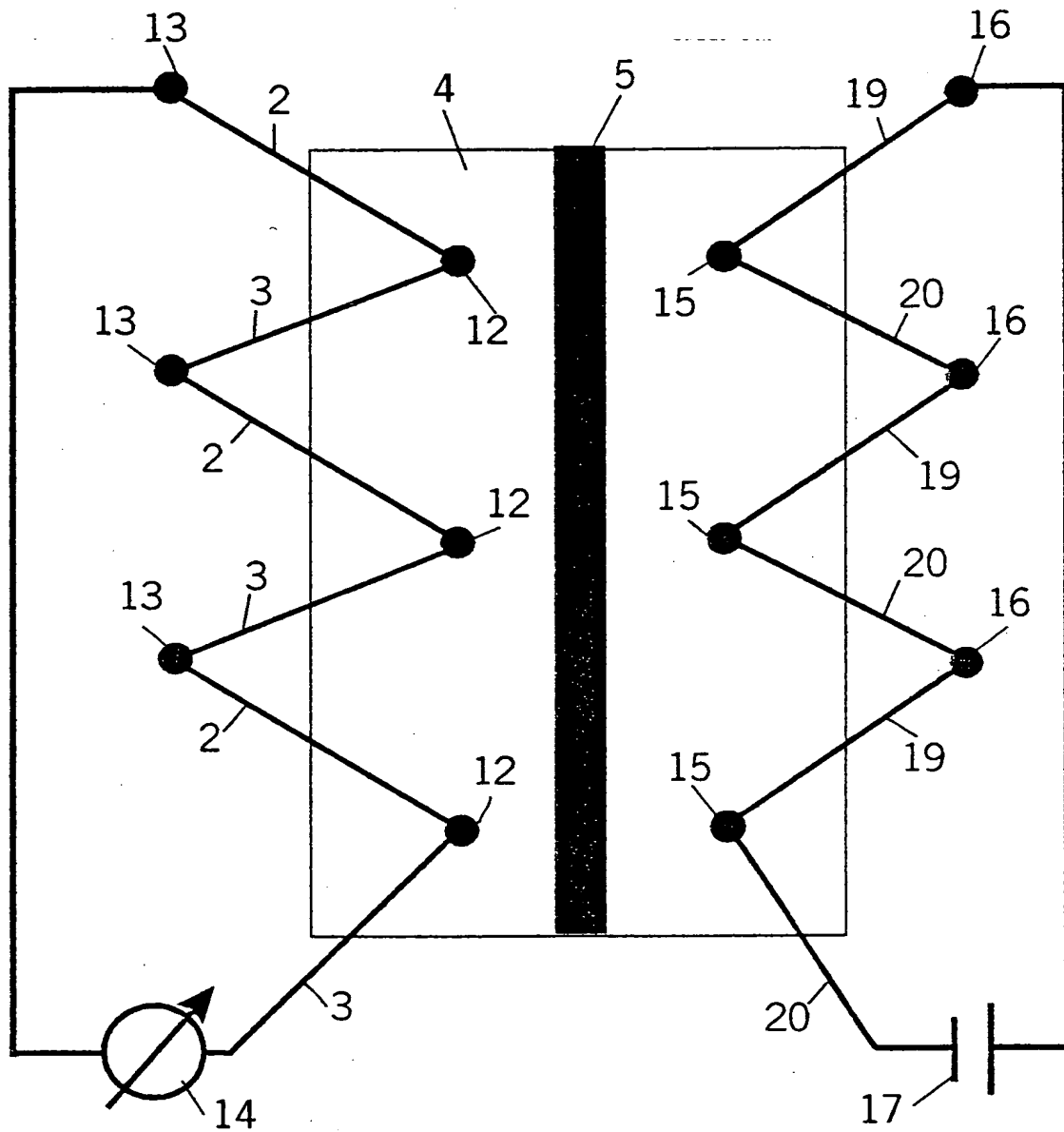


FIG. 12

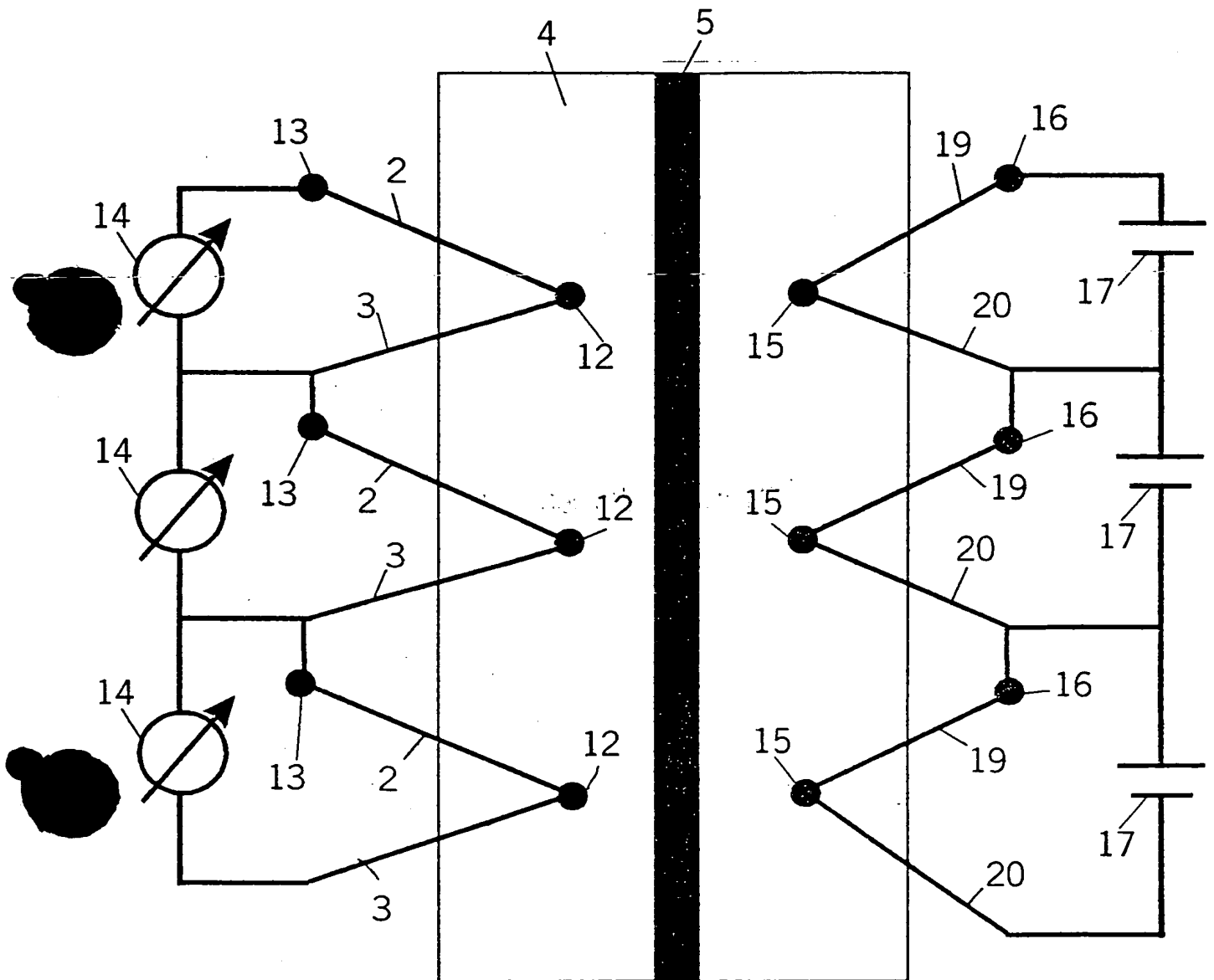


FIG. 13

THIS PAGE BLANK (USPTO)